



3.5 Solarthermische Elektrizität

Autoren

Tony Kaiser (chair), Alstom, Baden; Anton Meier, PSI, Villigen; Aldo Steinfeld, ETH Zürich

Solarthermische Kraftwerke werden in sonnenreichen Ländern in zunehmendem Masse zur Stromerzeugung eingesetzt. Für die Schweiz kommen sie wegen der relativ geringen Sonneneinstrahlung kaum in Frage. Hingegen könnte der Import von Solarstrom aus dem Mittelmeerraum in Zukunft einen wichtigen Beitrag zum Schweizer Energiemix leisten.

3.5.1 Stand der Technologie heute

In solarthermischen Kraftwerken wird Sonnenenergie mit grossen Spiegelfeldern konzentriert (Concentrating Solar Power, CSP). Die Spiegel werden der Sonne nachgeführt und erhitzen ein Wärmeträgermedium (synthetisches Öl oder Salz). Damit wird Dampf erzeugt und mittels Dampfturbinen und Generatoren Strom produziert. Wärmespeicher können einen Teil der tagsüber gewonnenen Wärme aufnehmen und nachts oder bei Nachfragespitzen an den Dampfkreislauf abgeben. Parabolrinnen-Kraftwerke mit mehr als 6 Stunden Speicherkapazität sind derzeit die gängigste Form solarthermischer Stromerzeugung. Inzwischen sind auch die ersten kommerziellen Solarturm-Kraftwerke in Betrieb. Wegen ihrer höheren Betriebstemperatur können sie die Wärme effizienter speichern, was eine Speicherkapazität von bis zu 15 Stunden erlaubt (IPCC 2011). Dank der Speichermöglichkeit haben solarthermische Kraftwerke gegenüber Windkraft und Photovoltaik den Vorteil, Strom gemäss dem Bedarf einzuspeisen (Regelenergie) und so zur Netzstabilität beizutragen.

Die weltweit installierten Kapazitäten der solarthermischen Kraftwerke lagen Mitte 2011 bei rund

1,3 GW. Zur Zeit sind etwa 8 GW in Planung oder im Bau, vor allem in den USA und in Spanien, aber auch in China, Indien und Nordafrika. Bis 2015 dürften weltweit Solarkraftwerke mit rund 5 GW elektrischer Leistung installiert sein.

Solarthermische Kraftwerke eignen sich in erster Linie für den Einsatz in Ländern des Sonnengürtels, da sie auf intensive, direkte Sonnenstrahlung angewiesen sind. Diese beeinflusst wesentlich den Wirkungsgrad der Anlage und damit die Kosten und die Rentabilität. An geeigneten Standorten fallen pro Jahr 2000 bis 2800 kWh/m² Sonneneinstrahlung an. In der Schweiz sind es maximal etwa 1400 kWh/m². Eine Faustregel besagt, dass bei einer um 100 kWh/m² höheren jährlichen Sonneneinstrahlung die Stromkosten etwa 4,5% tiefer sind. (Kearney, A.T. 2010)

3.5.2 Ökologische und wirtschaftliche Aspekte

Die CO₂-Emissionen eines heutigen solarthermischen Kraftwerks über den ganzen Lebenszyklus werden auf 32 g CO₂eq/kWh geschätzt. Es wird erwartet, dass die spezifischen CO₂-Emissionen bis 2050 auf etwa 17 g CO₂eq /kWh reduziert werden

können. Der Landbedarf beträgt etwa 4 km² für die Produktion von 1 TWh elektrischer Energie pro Jahr.

Für moderne solarthermische Grosskraftwerke bewegen sich die Investitionskosten im Bereich von 4200 bis 8400 Fr./kW, je nach Sonneneinstrahlung und Speichergrösse (IEA 2010). Die spezifischen Stromgestehungskosten für grosse Parabolrinnen-Kraftwerke betragen an geeigneten Standorten gegenwärtig 17 bis 25 Rp./kWh und werden dank technischer Innovationen und mit zunehmender Kapazität bis 2020 auf geschätzte 10 bis 13 Rp./kWh sinken.

3.5.3 Potenzial bis 2050

Aufgrund der geographischen Lage mit relativ geringer direkter Sonneneinstrahlung ist die Schweiz nur sehr begrenzt als Standort für solarthermische Kraftwerke geeignet. Wahrscheinlicher und auch wirtschaftlicher ist die Option, Strom aus solarthermischen Kraftwerken aus dem Mittelmeerraum zu importieren.

Das technisch nutzbare Potenzial solarthermischer Kraftwerke beträgt global zirka 600 TW und übersteigt damit grundsätzlich den weltweiten Strombedarf (gegenwärtig 5 TW) um ein Vielfaches. Im Nahen Osten und in Nordafrika beträgt das technische Potenzial für solarthermische Kraftwerke mehr als das Hundertfache des gesamten Stromverbrauchs dieser Regionen und Europas zusammen. Um dieses Potenzial in der Schweiz zu nutzen, müssten allerdings die erforderlichen Übertragungsleitungen erstellt werden. Für grosse Distanzen bietet sich die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) an (vgl. Kapitel 4).

3.5.4 Technologiespezifische Bewertung und Folgerungen

Solarthermische Grosskraftwerke in Nordafrika, die auch zur Stromversorgung Europas beitragen, sind aufgrund des steigenden Energiebedarfs und der sinkenden Potenziale der konventionellen Energiequellen eine nicht zu unterschätzende Option. Sie lassen sich nur als internationale Projekte realisieren, an denen sich die Schweiz allenfalls betei-

gen könnte, wie zum Beispiel das Projekt Desertec. Die Herausforderungen sind weniger technischer und längerfristig auch nicht wirtschaftlicher Art, sondern vielmehr politischer Natur.

Die solarthermische Stromerzeugung wird in der Schweiz wegen der relativ geringen direkten Sonneneinstrahlung kaum wirtschaftlich genutzt werden. Durch die Entwicklung innovativer Konzepte für Systeme und Komponenten kann die Schweiz jedoch zum technischen Fortschritt der Hochtemperatur-Solartechnik beitragen. Diese Technologie wird auch genutzt, um in Zukunft die Sonnenenergie in chemische Energie umzuwandeln und über lange Zeit zu speichern oder mit thermochemischen Verfahren solare Brenn- und Treibstoffe bereitzustellen (Steinfeld & Meier 2004). Die bereits gut etablierte Forschung und Entwicklung in der Schweiz sollte verstärkt gefördert werden. Eine solarthermische Stromerzeugung im grossen Massstab im Mittelmeerraum würde massive Investitionen in verlustarme HGÜ-Netze erfordern. Eine Beteiligung an solarthermischen Kraftwerken könnte der schweizerischen Industrie Exportchancen bieten, Arbeitsplätze im Exportgeschäft schaffen und Lizenzeinnahmen generieren.

Literatur

IEA 2010: Technology Roadmap – Concentrating Solar Power, International Energy Agency, Paris, France.
www.proclim.ch/news?2374

IPCC 2011: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation 2011, Ch. 3, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 99pp.
www.proclim.ch/news?2375

Kearney, A.T. 2010: Solar Thermal Electricity 2025 – Clean electricity on demand: attractive STE cost stabilize energy production. A.T. Kearney GmbH, Düsseldorf, Germany, 52pp.
www.proclim.ch/news?2376

Steinfeld A., Meier A. 2004: Solar Fuels and Materials. Encyclopedia of Energy. C. Cleveland Ed., Elsevier Inc., Vol. 5, pp. 623–63. www.proclim.ch/news?2377